

той час як технічне обслуговування свердловини з використанням препарату “СПС-6™” коштує в декілька разів дешевше (реагенти та робота) і при цьому свердловина виводиться із експлуатації всього на 36 годин.

Застосування нової технології відновлення свердловин, яка описана вище, повністю попереджає необхідність застосування процедури повного відновлення свердловин.

Обробка водоносного пласта сумішшю препарату “СПС-6™” та гіпохлориту натрію сприяє зниженню рівня бактеріального забруднення (коліформи, залізобактерії, гетеротрофи, інші) води із свердловин та вмісту заліза на 30-50% і марганцю на 20-30%.

Особливої уваги заслуговує подальший моніторинг бактеріального забруднення свердловин, щоб у випадку необхідності, почати боротьбу з ростом біозабруднення як можна раніше.

Вважаємо, що отриманих даних цілком достатньо для постановки питання щодо внесення змін у регламенти обслуговування свердловин з внесенням даної технології як обов’язкової у разі погіршення якості води, яка видобувається, за мікробіологічними показниками, вмістом заліза, марганцю.

Зміна регламентів подібним чином, зважаючи на те, що за даними ВООЗ рівень популяційного здоров’я на 80% пов’язаний з якістю води та характеристиками водопостачання, дозволить суттєво покращити здоров’я населення, яке споживатимиме більш якісну воду.

Summary: Application of chemical “SPS-6™” in new technology of water wells rehabilitation demonstrated improving of output water quality. Obtained results (tests at 78 water wells) prove necessity of changes in water wells’ maintenance regulations with introduction of this technology in the case of deterioration of output water quality by microbiological parameters, iron and manganese content. These changes significantly help to improve health level of the population.

Key words: water wells rehabilitation, chemical “SPS-6™”, drinking water quality, health level, population, wells’ maintenance regulations.

МОДИФІКАЦІЯ ПРИРОДНОГО КЛИНОПТИЛОЛІТУ СРІБЛОМ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ

¹Знак З.О., ¹Грабаровська А.С., ²Жук Т.В., ¹Курилець О.Г.

¹Національний університет «Львівська політехніка», Україна, Львів, znak_zo@ukr.net

²ТзОВ «АКС Мінерал», Україна, Львів, budforma@ukr.net

Природні сорбенти знайшли широке застосування в технологіях очищення природних і стічних вод. До них належать матеріали різної природи: неорганічні (цеоліти, глини) та органічні (активовані вугілля, полімерні високо пористі матеріали тощо). Природні цеоліти, зокрема клиноптилоліт, завдяки розвинутій поверхні та розгалуженій системі пор володіють високою сорбційною здатністю, а наявність обмінних катіонів зумовлює їх виражену йонообмінну здатність. Однак внаслідок сорбції високо дисперсних частинок, наприклад, мулу, фітопланктону тощо можливе мікробіологічне забруднення цеолітової засипки фільтрів. Тому необхідне періодичне знезараження фільтрувального завантаження. Надання фільтрувальному завантаженню антимікробних властивостей безумовно дасть змогу збільшити якість очищення вод та продуктивність процесу.

Мета роботи полягала у дослідженні процесу модифікування природного клиноптилоліту сріблом у вигляді йонів та/або високодисперсних частинок.

Для досліджень використовували попередньо збагачений клиноптилоліт. Збагачення полягало у подрібненні цеоліту фракції 3...5 мм. Під час подрібнення руйнування частинок цеоліту відбувалось в зоні розташування глинистих матеріалів, які мають міцність значно меншу, ніж головний мінерал у породі – клиноптилоліт. Рентгенофазовим аналізом встановлено, що фракція -0,5 мм містила найбільше глинистих домішок у вигляді монтморилоніту, яку відкидали.

Дослідження проводили у двох напрямках: модифікування клиноптилоліту йонами Аргентуму та осадження на поверхні частинок цеоліту високо дисперсних частинок металічного срібла. У дослідженнях використовували вихідний цеоліт, а також клиноптилоліт, попередньо активований термічно (у діапазоні температур 100...500 °С, а також під дією надвисокочастотного (НВЧ) електромагнітного випромінювання).

В обидвох випадках оброблення частинок клиноптилоліту проводили розчинами аргентуму нітрату різних концентрацій. Залишкову концентрацію йонів Аргентуму в розчині, яку надалі використовували для розрахунку кількості срібла в різному вигляді в складі клиноптилоліту, визначали потенціометрично з використанням аргентум-селективного електроду. Процес проводили за перемішування в турбулентному режимі, який давав змогу зняти дифузійні обмеження під час йонного обміну та сорбції.

Встановлено, що найбільша швидкість йонного обміну спостерігалась у разі використання цеоліту попередньо обробленого за температури 400 °С. У всіх випадках майже 90 % йонів Аргентуму заміщує обмінні катіони, що належать клиноптилоліту, впродовж перших 5...7 хв. Надалі тривалість процесу залежить від температури активації цеоліту та концентрації розчину модифікувального агента: вона змінюється від 20 до 50 хв. Однак вміст йонів Аргентуму був практично однаковим у зразках клиноптилоліту, отриманих після термічної активації за температур в доволі широкому діапазоні: від 250 до 400 °С. Збільшення температури понад 450 °С призводить до зменшення вмісту йонів Аргентуму в цеоліті, що можна пояснити зміною кристалічної структури клиноптилоліту за підвищених (понад 400 °С) температур. Зміну структури клиноптилоліту підтверджено методами рентгенофазового (зменшення інтенсивності специфічних рефлексів) та термогравіметричного (наявність ендотермічного ефекту за температури понад 400 °С) аналізу.

Активування клиноптилоліту НВЧ-випромінюванням за досягнутим ефектом модифікування цеоліту йонами Аргентуму є тотожним його обробленню за температури 100...125 °С. Але температура клиноптилоліту після його оброблення в полі НВЧ-випромінювання зростає всього на 1...2 градуси, що свідчить про високу енергетичну ефективність процесу: НВЧ-енергія витрачається лише на дегідратацію цеоліту, а не на його нагрівання.

Встановлено, що заданий вміст йонів Аргентуму в клиноптилоліті можна контролювати низкою чинників, передусім співвідношенням між рідкою (розчином аргентуму нітрату) та твердою (клиноптилолітом) фазами (Р:Т = 10:1...5); концентрацією розчину (0,01...0,1 N); тривалістю процесу (5...30 хв.); температурою термічної активації цеоліту тощо.

Модифікований йонами Аргентуму клиноптилоліт після промивання дистильованою водою висувували за 100±5 °С.

Зворотний процес йонного обміну, а саме заміщення йонів Аргентуму на йони, що містяться у природних водах, відбувається з дуже низькою швидкістю. Отже, збільшення концентрації йонів Аргентуму у воді після її фільтрування є незначним і не перевищує їх допустимого вмісту, передбаченого нормативними документами.

Відповідно до другого напрямку модифікування клиноптилоліту після його оброблення розчинами аргентуму нітрату срібло відновлювали до утворення дисперсного металевого. Відновлення проводили глюкозою (що потребувало створення водно-аміачного середовища) та

розчином гідразину. Вміст сполук з відновними властивостями в об'ємі розчину був еквівалентним кількості йонів Аргентуму в клиноптилоліті. Це давало змогу практично повністю використати ці реагенти. Клиноптилоліт з осадженим за допомогою гідразину на його поверхні сріблом піддавали термічному обробленню за температури 200 °С. Це необхідно для термічного розкладу гідразину, який є токсичним; при цьому срібло відігравало роль каталізатора цього процесу.

Вміст дисперсних частинок срібла у клиноптилоліті додатково визначали методом хімічного аналізу.

Зміною еквівалентного співвідношення між кількістю йонів Аргентуму, що містяться в частинках клиноптилоліту, та в розчині реагенту можна одержати сорбент, що містить срібло у різному вигляді: йонів Аргентуму та дисперсних частинок. Очевидно, що співвідношення між обома формами срібла у клиноптилоліті досягається зміною еквівалентного співвідношення між йонами Аргентуму та реагенту.

Ефективність клиноптилоліту, модифікованого сріблом у вигляді йонів чи/та дисперсних частинок, як фільтрувального завантаження з антимікробними властивостями було підтверджено експериментально. Після фільтрування через отримані зразки клиноптилоліту природну воду, взятую з відкритого джерела, проводили санітарно-бактеріологічні дослідження. Встановили, що модифікування сріблом дає змогу, перш за все, запобігти мікробіологічному забрудненню фільтрувального завантаження - позитивні результати було отримано в усіх випадках. Однак найкращі результати отримані при застосуванні клиноптилоліту модифікованого йонами Аргентуму з їх вмістом близько 2...2,5 мекв на грам клиноптилоліту. Дещо гірші показники досягнуто у разі комбінованого модифікування – йонами Аргентуму та частинками срібла.

Зменшення мікробного числа, порівняно з вихідною водою, забезпечується використанням клиноптилоліту, модифікованого йонами Аргентуму. Модифікований дисперсними частинками срібла цеоліт поки-що не спричинив дезінфікувальну для води дію. Можливим поясненням є утворення на поверхні частинок клиноптилоліту поряд з високо дисперсними частинками срібла й більших за розмірами утворень. Зміна технологічних параметрів осадження срібла, можливо, дасть змогу досягнути рівномірності як дисперсного складу, так і осадження по поверхні частинки цеоліту.

Загалом, комплекс виконаних досліджень дав змогу стверджувати, що клиноптилоліт, модифікований сріблом, може слугувати ефективним завантаженням або елементом (окремим шаром) фільтрувального завантаження у фільтрах для природної води.

ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОНБАСУ. ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

Камаєв В.С., Гомеля М.Д.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна, м. Київ, inna.trus.m@gmail.com

Відомо, що Україна відноситься до держав з обмеженими водними ресурсами. При цьому слід враховувати нерівномірність їх розподілу по території країни [1]. Із 83,5 км³ відновлювальних водних ресурсів, включаючи всі водойми і підземні води, 80 % зосереджені в басейні Дніпра. При цьому екологічний стан Дніпра важко назвати задовільним, особливо якщо врахувати його забруднення радіоактивними речовинами в результаті аварії на ЧАЕС і накопичення їх в донних відкладах Київського моря. Крім того в деяких відкладах Дніпра і